Réflexions sur le mode de savoir des sciences physiques

I° INTRODUCTION :

Que les philosophes s'en réjouissent ou non, le XX^e^ siècle est le siècle de la science. Parmi les multiples problèmes qui s'imposent à la réflexion philosophique, la science et ses questions occupent une place de choix. Le penseur qui veut vivre en communion avec son époque ne peut se permettre de les ignorer.

Beaucoup de philosophes, surtout ceux qui s'inspirent de la tradition réaliste, se demandent quelle place assigner à la connaissance scientifique dans l'ensemble des connaissances. Ils se demandent aussi quelle est au juste la relation entre ce mode de connaître et un « monde réel ». Pour les thomistes, héritiers d'une pensée riche et nuancée, mais formée dans une ambiance intellectuelle radicalement différente de celle de l'univers de la science, le problème est particulièrement grave.

C'est à ces penseurs que s'adresse en premier lieu le présent travail. Il consigne le résultat de réflexions sur deux questions, à savoir : quelle est la valeur de la connaissance scientifique et quelle est sa signification philosophique. Il s'impose que l'on étudie ces questions dans un esprit ouvert, que l'on se garde de tomber dans les faciles extrêmes d'une acceptation non critique ou d'une condamnation irréfléchie de la science. La grande révolution en sciences physiques, l'œuvre des Planck, des Einstein, des Heisenberg, est déjà suffisamment bien établie pour qu'on puisse essayer de la considérer, dans une perspective philosophique, afin de cerner, au moins dans leurs grandes lignes, les problèmes épistémologiques fondamentaux que la nouvelle physique pose pour le philosophe réaliste.

Il va sans dire que l'auteur ne prétend pas donner ici des réponses exhaustives aux multiples problèmes issus de la science. Les connaîtrait-il que ces quelques pages n'y suffiraient pas. Cependant, il est très important de chercher une vue d'ensemble de la nature du nouveau mode de connaître qui domine tellement notre siècle. Le philosophe doit comprendre quelle compréhension de la réalité offre cette connaissance. Ceci lui permettra de mieux saisir les problèmes philosophiques sous-jacents et l'aidera d'autant à les aborder d'une façon plus adéquate.

II° POURQUOI LA SCIENCE ? SES RAISONS, SON BUT, SON OBJET MATÉRIEL ET FORMEL :

Dans la controverse déjà vieille et classique entre les savants et les philosophes, on oublie trop souvent que la science et la philosophie

sont issues du même désir fondamental, celui de la connaissance adéquate de tout ce qui est à connaître. Il est donc intéressant d'observer que c'est au nom du même principe : le savoir parfait, que savants et philosophes se critiquent mutuellement. Bon gré, mal gré, nous sommes proches parents les uns des autres, mais nous ne sommes pas des frères jumeaux. Déjà, dans l'antiquité, à côté de la pensée socratique aboutissant aux grands systèmes : platonicien et aristotélicien, se développait un courant, indépendant du premier, celui de la pensée mathématique. Son fruit génial, les *Éléments* d'Euclide, fixèrent, une fois pour toutes, les caractères généraux de la connaissance quantitative.

On pourrait signaler ici que, malgré leur fonds commun, la science et la philosophie sont des modes de savoir différents. Rien de plus vrai. La science a pour but spécifique et prochain la connaissance objective, précise et détaillée. En bonne logique nous devrions terminer la phrase en assignant à cette connaissance son objet matériel, en déclarant le sujet de la science. Il ne semble pas y avoir de problème. La réponse est évidente : le sujet de la science est le monde matériel.

Il n'y a pas très longtemps encore, l'expression *le monde matériel* était considérée comme tout à fait évidente, simple et précise. Elle garde toujours son évidence ; elle la gardera aussi longtemps que nous nous servirons de nos cinq sens. Mais il ne paraît plus qu'elle ait conservé sa simplicité et sa précision.

Dans sa signification ordinaire et primaire, le mot *matériel* signifie les corps étendus et rigides. Ce sont ces objets qui tout naturellement tombent les premiers sous l'observation sensible. C'est par rapport à eux que nous déterminons notre position, nos mouvements, nos activités. Les notions de perceptibilité, de rigidité et d'étendue sont étroitement liées à celle de matérialité, quoique de façon différente. La découverte du monde de l'infime a donné une nouvelle dimension au mot *matériel*. La situation se complique. Pour les atomistes grecs comme pour le sens commun, toute partie de la matière, si petite soit-elle, est matérielle de la même façon que l'objet macroscopique. Aristote, nous le savons bien, a défini l'objet matériel par son étendue et sa divisibilité. Certes, ces deux aspects sont parfaitement vrais pour des objets sensibles. Le sont-ils pour tout objet étudié par la science ? La réponse n'est pas évidente.

La physique moderne nous enseigne que la division suffisamment poussée de la matière nous laisse en présence de l'énergie. Or l'énergie, en autant que nous puissions le savoir, a un caractère atomique discontinu. Le quantum de l'énergie, à l'instar de l'atome de Leucippe, est indivisible. Peut-on affirmer dans ce cas que ce quantum est matériel ? Nous espérons que oui. Mais il reste que le mot *matériel* prend ici un sens différent de celui que lui donnaient les gens du commun ou même les philosophes. L'énergie que les physiciens ont découvert au fond de la matière diffère à la fois de la matière sensible et de la matière

première d'Aristote. Soulignons entre parenthèses que la notion de matière première est beaucoup plus fondamentale que celle de l'énergie pure. La théorie hylémorphique à ce point de vue n'a pas besoin d'être changée.

Ce qui doit être reconsidéré, c'est la relation entre l'énergie et la matière ou plutôt entre l'énergie et le sujet. Au lieu d'être une qualité du sujet matériel, l'énergie semble en être le substratum, le fonds commun de tous les sujets matériels quels qu'ils soient.

Concluons ces remarques en affirmant que le sujet de la science reste le monde matériel. Seulement au sein même de la matière inanimée, nous avons découvert des formes imprévues d'êtres matériels. La compréhension du mot *matériel* s'est nuancée et enrichie. La question qui se pose dans ce cas, c'est de savoir si notre compréhension de la portée de ce mot est définitive. Cela revient à se demander si la science a cerné la constitution de la matière dans ses grandes lignes. La réponse affirmative équivaudrait à dire que l'époque des grandes découvertes en physique nucléaire est terminée. Qui oserait faire une telle prédiction ?

La réponse négative nous met en garde contre des conclusions trop hâtives. Sans qu'il y ait une certitude, il se peut que l'opposé ne soit pas vrai ; il se peut que le développement de la science enrichisse la notion de matière par de nouveaux modes d'être, inconnus à présent.

Aussi longtemps que notre relation avec le monde extérieur s'établit au moyen de nos cinq sens, il est certain que quelle que soit notre connaissance de la structure de la matière et de ses frontières, la première imposition des mots *matériel* et *matière* sera la même que pour Aristote.

III° LE PRINCIPE MÉTHODOLOGIQUE FONDAMENTAL DE LA SCIENCE :

L'homme en quête de la vérité absolue, est continuellement en face d'un dilemme inhérent à la situation noétique propre à son esprit. La connaissance adéquate d'un objet requiert la réponse précise à deux ordres différents de questions, à savoir : *an est* et *quid est*. L'intellect n'est vraiment satisfait que lorsqu'il a répondu à la seconde question. Or, sauf les cas exceptionnels d'une intuition directe, la réponse est formée à la suite d'un raisonnement mettant en jeu des termes généraux et abstraits. La nature de l'intellection fait que la compréhension implique l'abstraction et la formalisation.

Les faits ont l'avantage de la certitude ; les abstractions et les théories possèdent au contraire les qualités de synthèse et d'intelligibilité.

Le dilemme qui s'extériorise dans une crise perpétuelle de la connaissance sérieuse, résulte de ce que nous avons constamment

besoin et des faits et des abstractions et des théories. C'est de là, en somme, que naissent toutes les grandes controverses entre les philosophes et les savants. Que chercher, qu'est-ce qui est le plus important : les faits précis et singuliers ou bien les généralisations, les théories universelles ? Dire que le dilemme n'est qu'apparent, selon que les théories viseraient à l'explication des faits, ne supprime pas la difficulté. Les théories ne se réduisent pas aux faits et ne s'identifient pas avec eux.

Le philosophe qui veut comprendre la science doit être bien conscient de l'ampleur du dilemme qui reste pratiquement insoluble. Le progrès dans une direction n'entraîne pas automatiquement le progrès dans l'autre. La connaissance abstractive et généralisante ne nous révèle pas de détails tellement importants. La connaissance précise des faits est déficiente dans l'ordre de l'universel.

Dans cette situation, la science expérimentale se tourne consciemment vers les faits précis et minutieux. Elle est fondamentalement, avant toute autre chose, une recherche inlassable des données. Son principe méthodologique de base c'est *la soumission aux faits, la reconnaissance de la primauté des données*. Qui ne comprend pas ce point ne comprendra jamais ce qu'est la science.

Qu'est-ce qu'un fait pour le savant ? La réponse est à la fois simple et, comme nous le verrons dans la suite, compliquée. Commençons par une réponse sommaire. Le fait est un nombre-mesure. Le choix de la mesure comme moyen d'exploration a déterminé le caractère de la science. Elle est une connaissance principalement quantitative. L'est-elle complètement ? Évidemment non.

Certains philosophes objectent souvent que la connaissance quantitative n'est que partielle, donc imparfaite et déficiente. Remarquons en guise de réponse, que l'importance de l'analyse quantitative, dans le sens large du mot quantitatif, vient, entre autres raisons, de ce que nombrer, mesurer, évaluer quantitativement de quelque façon, c'est ordonner, donc c'est trouver l'unité dans la multiplicité.

Puisque ce qui est matériel est quantitatif, il s'ensuit que l'analyse quantitative s'applique à tout ce qui est matériel. La quantification du savoir du monde matériel est aussi une intellectualisation de ce savoir, donc un progrès vers la compréhension adéquate. Que cette compréhension ne soit pas du type que nous appelons couramment philosophique, est évident. Il reste pourtant qu'elle est une compréhension vraie en même temps que très puissante.

Il serait facile de conclure que la méthode de mesure s'applique uniformément à tout être ou événement matériel. Même si, en théorie, on pouvait formuler une telle thèse, la pratique ne nous permettrait pas de l'affirmer. Ce qui complique la situation, c'est l'ordre de grandeur de l'objet mesuré et des moyens de mesure. Les moyens de mesure, même les plus précis et les plus raffinés doivent, pour être utilisables, être au moins par un côté, macroscopiques. Toute infor-

mation ne devient connaissable que lorsqu'elle est exprimée par un signe perceptible. Il y a donc une constante à laquelle les données doivent se conformer, à savoir la perception sensible et ses limites. Ainsi les capacités de nos sens jouent le rôle d'un certain cadre de référence fixe pour la connaissance scientifique. Ce fait représente à la fois des avantages et des inconvénients.

L'existence d'un tel point de repère assure la cohérence des explications qui, toutes, en dernière analyse, sont nécessairement exprimées selon les termes de l'expérience sensible, à savoir en termes de temps, d'espace et de poids ou de masse. Ainsi les théories, même les plus abstraites, sont d'une certaine façon attachées à l'aspect concret et familier de la réalité perceptible. Pour la même raison, quoiqu'elle ne soit sans doute pas la seule, les nouvelles théories, même si elles se substituent aux théories antérieures, traduisent dans le nouveau contexte les connaissances acquises précédemment. Citons comme exemple, la théorie de la relativité qui a repris les notions de mesure, de simultanéité, d'énergie et de masse pour leur donner une signification nouvelle et plus nuancée. Malgré les différences profondes qui existent entre la relativité généralisée et la physique classique, cette dernière apparaît, à la lumière des explications d'Einstein, comme une dernière approximation, comme un stade intermédiaire et très important sur le chemin toujours s'allongeant des explications de plus en plus complexes et raffinées. Ainsi la nécessité de toujours revenir au point de départ de la connaissance, c'est-à-dire de traduire les notions les plus abstraites en termes de connaissance sensible directe, assure la continuité dans le développement de la science et en fin de compte sa compréhensibilité.

L'avantage de cette situation a pourtant sa contrepartie dans les désavantages qu'elle entraîne pour l'expérimentateur. L'impossibilité de se libérer complètement du niveau macroscopique sensible interdit au physicien d'étudier les entités sous-atomiques en se plaçant complètement à leur niveau. Il va sans dire que le physicien serait enchanté de pouvoir le faire. Il éviterait alors les intermédiaires encombrants et difficiles à manier.

On pourrait tout de même se demander si semblable connaissance, quoique satisfaisant au principe de la connaissance du semblable par le semblable, aurait une valeur. Il se peut que les particules infra-atomiques manquent de détermination suffisante pour être par elles-même l'objet d'une connaissance formelle. S'il en est ainsi, cette connaissance peut se constituer seulement au moyen des notions plus déterminées correspondant aux entités macroscopiques.

Au cas où notre conclusion serait vraie, une précision s'impose quant au principe méthodologique des sciences expérimentales. La soumission aux faits n'est pas une soumission absolue ; elle est effectivement conditionnée par la position noétique spécifiquement humaine, elle s'effectue dans les limites, très larges d'ailleurs, imposées par les

conditions d'intelligibilité propres à l'homme. Le savant se soumet aux faits, certes, mais à ses termes dont il ne peut pas se défaire.

IV° LES PRÉSUPPOSÉS SOUS-JACENTS AUX SCIENCES PHYSIQUES :

L'idéal de la science serait un système formalisé de connaissance, basé exclusivement sur des données précises et dont toutes les conclusions théoriques auraient été vérifiées expérimentalement. L'avantage et le désavantage de tous les idéaux est leur irréalité. Malgré les efforts acharnés des savants, la science ne se conforme pas à son idéal. La divergence la plus grande entre ce qu'elle est et ce qu'on voudrait qu'elle fût ne consiste pas dans l'imperfection toujours présente de la méthode de mesure ou dans la nature provisoire des hypothèses. La véritable difficulté gît ailleurs, à savoir dans les fondements et dans le point de départ.

Le fait est que les sciences physiques ne se basent pas exclusivement sur les données expérimentales. Ne s'occupant pas comme la philosophie de problèmes tels que la réalité du monde ou la valeur de notre connaissance, la physique classique a accepté sans critique un réalisme spontané, caractéristique de la connaissance vulgaire. Comme à l'homme du commun, au physicien classique, l'existence des objets matériels et familiers apparaît évidente et ne lui pose, comme telle, aucun problème. De même le fait et la valeur de la connaissance sont pour lui indubitables.

Il n'est pas surprenant que les savants aient opté pour le réalisme fondamental. Il serait difficile de s'imaginer le développement de la science sans ce principe. Ce qui est plus surprenant, c'est qu'en dépit de ce principe, nous trouvons dans les fondements de la science des thèses idéalistes. Le fait est trop intéressant pour ne pas lui consacrer quelques remarques.

La science moderne naissante pose ses premiers pas, forte d'une justification philosophique toute platonicienne. Giordano Bruno, Galilée sont des platoniciens convaincus. Comme Képler, ils croient à l'harmonie du monde, exprimée par les lois qu'ils découvrent. Or, la nouvelle harmonie universelle est, dans son essence, mathématique. La réalité intelligible est donc quantitative. C'est cette réalité que la science étudie. C'est là aux yeux de Galilée son véritable sujet. Il a été précédé sur ce point par Nicolas de Cuse. Le passage de la *Docta Ignorantia* sur le rôle que le nombre joue dans la nature et dans l'ordre des choses, peut à juste titre servir de profession de foi et de phare à la science physique.[1] La philosophie de Descartes a évidemment renforcé l'élément idéaliste. Les savants n'avaient

1. « Non est igitur numerus, qui proportionem efficit, in quantitate tantum, sed in omnibus quae quovis modo substantialiter aut accidentaliter convenire possunt ac differre. Hinc forte omnia Pythagoras per numerorum vim constitui et intelligi judicabat. » *De Docta Ignorantia*, I, c.1.

d'ailleurs pas de difficulté à accepter ce point de vue, tout en rejetant celui d'Aristote. Toute étude quantitative de l'univers trouve son allié philosophique quasi naturel dans la pensée idéaliste. Que ce soit par Platon avec son ordre des entités mathématiques idéalisées, ou par Descartes l'inventeur de la géométrie analytique et de la mécanique, le nombre, la quantité, et par conséquent l'étude quantitative seront mis à l'honneur. Au contraire, l'analyse qualitative d'Aristote, centrée sur la recherche des substances, sera la cible du dédain et du ridicule.

La profonde influence que la philosophie de Kant exerça sur la pensée du XIX^e^ siècle s'est aussi fait sentir dans la science. La physique classique de l'époque accepte en épistémologie les thèses kantiennes même si elle maintient les convictions du réalisme spontané. La contradiction de ces points de vue ne semble pas inquiéter les savants. La réalité du monde est un présupposé nécessaire, mais c'est une thèse utile que l'apriorité du temps et de l'espace comme le rôle qui revient à ces deux *a priori* dans la connaissance physique. Les physiciens ne demandent pas davantage.

Aujourd'hui, à la suite de la théorie de la relativité et de l'indéterminisme de la physique quantique, les opinions des savants sur les fondements de leur science ont subi de profonds changements. L'aprioriorisme et le caractère absolu du temps et de l'espace ne peuvent plus être soutenus. D'autre part, la foi dans le monde identifié à son image sensible a été ébranlée. Il n'est pas surprenant que dans cette situation le conventionnalisme de Duhem et de Poincaré, repris par l'école de Vienne, ait connu un si grand succès. Peut-on dire que ce mélange d'idéalisme et de pragmatisme représente les convictions courantes sur les fondements et la nature de la science ? Pas nécessairement. Le réalisme immédiat ne fut pas complètement abandonné, quoique le savant d'aujourd'hui soit beaucoup plus critique que celui de la génération précédente.

Quelles que soient les opinions de base acceptées à une époque, elles sont toujours antérieures et plus fondamentales que les données expérimentales. Avant d'exécuter l'expérience la plus simple, le savant possède des connaissances sommaires et des convictions sans lesquelles elle n'aurait pour lui ni sens ni valeur.

Il serait intéressant de savoir jusqu'à quel point les présupposés influencent l'étude expérimentale. Sans essayer de donner une réponse que l'on devrait sans doute ajuster à chaque chercheur, terminons ce chapitre en demandant si un phénomène inverse n'est pas à envisager, à savoir si l'ensemble des connaissances expérimentales et théoriques n'influence pas les présupposés. Il semble être assez certain qu'il y ait entre ces deux éléments du savoir une influence mutuelle constante. Peut-être ne sera-t-il jamais possible d'établir exactement la part de chacun d'eux. Après tout, l'analyse de ce problème implique, elle aussi, des présupposés.

V° L'ATTITUDE DES PHYSICIENS À L'ÉGARD DU PROBLÈME DE LA CONNAISSANCE :

a) Le principe méthodologique de la soumission aux faits, adopté par la science, détermine l'attitude théorique et pratique des savants à l'égard du problème de la connaissance. D'abord les faits, fruits de la mesure, sont indéfiniment nombreux ; ensuite, ils demeurent approximatifs malgré la précision sans cesse croissante de la technique d'expérimentation. Le savant qui cherche des explications, — qu'elles soient générales ou particulières, qu'elles s'appliquent à la totalité des faits physiques, ou ne concernent qu'un domaine déterminé, — se trouve en présence de données innombrables, incomplètes et provisoires dans une certaine mesure. Parce que, d'autre part, il n'existe aucun moyen vérifiable de réduction radicale de l'état d'inachèvement et de l'approximation des données, à aucun moment ne pourra-t-on prétendre avoir cerné adéquatement le sujet étudié. Il s'ensuit que la situation normale pour ce mode de savoir est celle du développement, du perfectionnement. *La science*, contrairement à la philosophie, *se trouve dans l'état permanent de progrès*. C'est son trait caractéristique, peut-être le plus frappant et le plus précieux.

Il est évident que les explications scientifiques sont nécessairement hypothétiques et provisoires. Le philosophe thomiste, habitué au caractère immuable — ou qu'il souhaiterait tel — de sa doctrine, est naturellement porté à regarder avec un certain dédain la nature floue et provisoire des hypothèses scientifiques. Il nous semble qu'il y a dans cette attitude un véritable danger d'une méconnaissance de la valeur de la science.

Deux remarques s'imposent. D'abord, l'étude précise de l'être matériel ne peut pas être un savoir figé, hostile au changement, sous peine de s'interdire toute possibilité de connaissance adéquate. Ensuite, la partie la plus importante des théories n'est pas leur aspect verbal mais leur structure mathématique. Quoique cette structure subisse des changements dans le sens de l'élaboration, de la complexité toujours croissante, on ne peut pas dire qu'elle soit hypothétique. Une hypothèse nouvelle ne la rejette pas simplement. La structure mathématique de l'ancienne théorie est englobée dans la nouvelle théorie comme une instance particulière ou comme la première approximation de cette dernière. La théorie de la relativité nous en donne l'exemple le plus frappant. Malgré le changement radical dans la compréhension des notions de base, la relativité n'a pas rejeté les équations de la mécanique classique. Ces équations apparaissent justement comme les expressions simplifiées d'une situation en réalité plus complète. Elles gardent aussi leur valeur pratique dans l'ordre des grandeurs à notre échelle.

C'est parce que le but de la connaissance humaine en général est le rationnel, l'intelligible, dans le sens le plus plénier de ces mots, que la

science considère les explications et l'image du monde qu'elle offre, comme provisoires. L'idéal d'une connaissance plénière parfaite, ne serait-ce que dans l'ordre de la matière, ne permet pas au savant de s'arrêter à un degré quelconque de son développement. La conscience de la possibilité de progrès, la croyance dans le perfectionnement de la connaissance expérimentale, sont les stimulants psychologiques puissants et nécessaires de l'énergie et de la persévérance du savant.

On peut se demander si le progrès de la science va se poursuivre indéfiniment, ou bien s'il y a une limite intrinsèque à ce développement. Ailleurs,[1] nous avons dit que la désanthropomorphisation de la science ne peut pas progresser indéfiniment. Peut-on arriver à la même conclusion pour le progrès général de la science? À notre connaissance, il n'existe aucun moyen de trancher définitivement la question. Après l'avoir posée comme un problème très intéressant, nous la laissons ouverte.

b) Le savant dont la connaissance s'enrichit continuellement, est obligé de corriger et d'ajuster constamment la signification des concepts qu'il emploie. Autrement les concepts ne pourraient pas exprimer le savoir acquis et ainsi ils cesseraient de jouer leur rôle naturel. Il n'est pas surprenant que dans la connaissance expérimentale, éprise du désir de vérifier le moindre détail de chaque affirmation, on insiste sur la précision des concepts employés. Or, la signification des concepts change. Le principe de ce changement est l'étude expérimentale. La définition du concept scientifique est basée sur les résultats des expériences qui peuvent nous obliger à élaborer la définition.

Les physiciens, voulant formuler un langage adapté à leur besoin, un langage homogène avec leur mode de savoir, ont été conduits à faire deux choses. Premièrement, à rejeter la signification fixe *essentielle* des concepts. En effet, une telle signification des concepts serait indémontrable par des moyens scientifiques et constituerait à leurs yeux un grave obstacle au développement de la science. Deuxièmement, à accepter explicitement ou implicitement une théorie opératoire de signification. Ainsi, ne sont significatives que les notions pouvant se référer à une opération expérimentale précise, ou au résultat d'une telle opération. Les définitions des concepts se réduisent à la description de l'opération de mesure d'un objet. La définition de la masse, par exemple, sera donnée par l'explication de l'expérience qui nous fournit le résultat cherché.

Il y a évidemment différents degrés de radicalisme dans l'acceptation de ce point de vue. Sans aller aussi loin que Bridgman, inventeur du terme de la théorie opératoire, les savants l'acceptent dans la pratique, mais ils se gardent d'en tirer les mêmes conclusions philosophiques que lui-même ou ses disciples en ont tirées.

---

1. *The Epistemological Consequences of De-Anthropomorphisation of Modern Science*, dans *The Proceedings of the American Catholic Philosophical Association* (1959).

La comparaison du vocabulaire scientifique contemporain avec celui d'il y a cent ans, est très révélatrice. La plupart des mots de l'ancien vocabulaire étaient empruntés au langage usuel ou philosophique. Depuis ce temps, les savants ont soigneusement épuré leur langage de tous les termes d'origine ou de signification non-scientifiques dont ils pouvaient se passer. Réussiront-ils jamais à construire un vocabulaire parfaitement scientifique, c'est-à-dire libre de mots non-scientifiques ? Il est permis d'en douter. Pourtant l'existence d'un langage bien adapté au mode de connaître et aux besoins de la science est un avantage indubitable et un enrichissement des moyens d'expression des pensées. C'est dans ce langage que s'exprime le mieux la connaissance discursive des entités matérielles, et partant la connaissance la plus proportionnée à l'intelligence humaine.

Malgré les avantages évidents que la méthode opératoire présente, elle semble impliquer, outre un cercle vicieux, le danger très grave d'un atomisme verbal ou conceptuel. Le nombre de phénomènes étant indéfiniment grand, il est nécessaire de multiplier les mots pour exprimer la connaissance de plus en plus riche et nuancée des détails. Des notions analogiques et des vues synthétiques s'imposent. Or, il est difficile de comprendre comment on peut justifier l'analogie et le raisonnement synthétique dans le contexte opératoire. À vrai dire, l'analyse et la synthèse devraient devenir, elles aussi, opératoires. Le nominalisme de la science deviendrait alors plus cohérent et plus satisfaisant. On peut tout de même se demander si une telle situation serait, théoriquement, au moins possible. D'autre part, il n'est pas certain qu'à ce moment ce soit encore un nominalisme.

VI° LE MONDE VU PAR LA SCIENCE :

a) Il est naturel que l'image que l'on se fait du monde dépend en grande partie de la façon dont on l'étudie. La réalité physique étant infiniment riche et variée et notre connaissance toujours imparfaite et limitée, plusieurs visions du monde sont possibles. Même si elles semblent se contredire, elles contribuent toutes ensemble à une connaissance plus plénière de l'univers.

L'expérimentation, la mesure révèle essentiellement un phénomène dans le sens non-kantien de ce mot. C'est pour cette raison que la science expérimentale se veut phénoménologie. En est-elle vraiment une ? La réponse n'est pas évidente. Sans trancher la question, remarquons qu'il est évident que la science ne saisit pas l'être matériel dans sa plénitude. On ne peut tout de même pas conclure comme Jean Ullmo l'a fait que dans la science « le rôle joué par l'être est essentiellement provisoire ».[1] Ce qui est essentiellement provisoire

1. Jean ULLMO : *La pensée scientifique moderne*, Flammarion, Paris, 1958, p.54. Cf. p.6.

dans la science ce n'est pas le rôle joué par l'être, mais la connaissance approximative d'un phénomène et l'image que nous nous en faisons à la suite de cette connaissance imparfaite. Avec le progrès de la technique de mesure, la première approximation est dépassée, l'image sommaire d'une extériorité, remplacée par une image plus détaillée. Les éléments de cette deuxième image apparaissent comme causes ou comme éléments sous-jacents aux éléments plus grossiers de la première image. Ainsi la croyance à l'existence d'un poids atomique caractéristique pour chaque espèce chimique et toujours égal à un multiple entier du poids de l'hydrogène fut ébranlée par les mesures perfectionnées de Jean Stas. La découverte des isotopes, rendue possible par un perfectionnement encore plus avancé de la technique de mesure a remis en valeur la notion de poids atomique et a permis d'expliquer les résultats de Stas. La réalité, comme dans tant d'autres cas, s'est révélée plus complexe qu'on ne la croyait originellement.

Le mode de connaître des sciences expérimentales exclut la recherche des essences. Les mots : essence, nature, intériorité ne trouvent pas de justification opératoire en sciences physiques. En conséquence, ces concepts sont exclus du langage scientifique et des modes d'être correspondant à l'image du monde construite par la science. Pour le physicien la réalité matérielle n'est pas faite d'essences. La hiérarchie objective des natures disparaît et, avec elle, le principe de l'unité, de l'harmonie et de la stabilité. Or, sans l'unité ni la stabilité, il n'y a pas de connaissance organisée. À la place de la hiérarchie objective des essences, la physique classique a introduit une hiérarchie des principes et des lois rigoureusement exprimés en termes mathématiques précis. Même si elles n'étaient pas la source première de l'intelligibilité, les lois en étaient l'expression très convenable, et très claire. Elles présentaient l'avantage d'être plus directement compréhensibles et plus convenables que les objets eux-mêmes ou que les données brutes.

L'ensemble des lois donnait l'impression d'un savoir clair, précis et rigoureux, conforme à l'idéal cartésien de la connaissance. Mais la science en quête d'un perfectionnement continuel s'est révoltée, un peu à contre-cœur, contre ces convictions et contre l'idéal cartésien. Au lieu des chaînes d'idées claires et distinctes d'une science précise et déterministe, aussi bien quant au détail concret que dans les explications de ce détail, il nous faut contempler le spectacle d'une science essentiellement indéterministe et relativiste.

b) Le désir d'une compréhension toujours plus adéquate du monde, — que l'on identifiait d'abord au monde phénoménal, à l'univers de nos perceptions, — a conduit à l'invention des procédés d'observation qui ont révolutionné nos idées sur ce monde. Il serait peut-être utile de souligner ici que le changement dans la vision du monde et dans l'opinion que les savants se font sur sa connaissance, n'est pas un résultat voulu, calculé d'avance ou prévu. Il serait beaucoup plus

juste de dire que cet état de choses s'est imposé en quelque sorte malgré les savants et leurs intentions. C'est comme si la nature nous jouait un tour à seule fin de nous rappeler combien fragiles sont nos théories et combien imparfaite notre connaissance.

Si on voulait comparer la physique d'aujourd'hui avec celle d'il y a cent ans, puis exprimer cette comparaison de la façon la plus simple, on devrait recourir à l'image suivante. La science classique postulait l'existence du monde objectif composé d'objets déterminés. Chaque chose, que ce soit une maison ou un atome, existe dans des coordonnées précise du temps et de l'espace. Rappelons que le temps et l'espace sont conçus à la façon newtonienne, comme des entités parfaites : homogènes, divisibles, indépendantes des objets et infinies. Elles sont pleinement mesurables et adéquatement représentables par des nombres-mesures. Les objets ainsi déterminés dans leur position spatio-temporelle se caractérisent en plus par un faisceau concret de propriétés typiques pour chaque espèce chimique, et distinctes de celles des autres espèces. Bref ces objets sont concrets et déterminés, conformes aux convictions du bons sens. Leurs relations sont régies par des lois strictes, mathématiquement représentables. Les événements prédéterminés par le jeu précis des lois et des propriétés sont, en théorie au moins, prévisibles. L'intelligence suprême de Laplace n'aurait pas de difficulté à reconnaître ce monde ni à le comprendre d'un bout à l'autre.

Ce n'est pas par un pur hasard que la physique classique s'est formé une telle image idéalisée, on voudrait dire idyllique, du monde matériel. Dans la recherche inlassable d'une connaissance parfaite, nous sommes en fait libres de choisir les attitudes qui nous plaisent à l'égard du problème fondamental de l'intelligibilité des choses de la nature, de la connaissance et de ses limites. À l'origine de toutes les solutions proposées à ces problèmes se trouve toujours l'homme, cette créature imparfaitement intelligente, aspirant vers l'idéal de la connaissance absolue et vers la certitude qu'elle pourrait lui assurer. L'idéal serait peut-être réalisable en présence d'un univers rigoureusement simple, donc constitué par un être unique et pleinement intelligible. Mais le monde physique semble être l'opposé de cet idéal. En face d'une réalité dont la richesse du détail et la variété des aspects défient toute imagination, l'*homo sapiens* fait l'impossible pour clarifier l'image de ce monde. Il veut à tout prix ordonner la multitude kaléidoscopique des phénomènes, les classifier et ainsi introduire l'unité intelligible au sein de la multiplicité obscure. Tout ce qui est incompréhensible, irrégulier, incertain ou imprévisible est directement opposé à l'idéal de la connaissance claire et distincte. Il y a donc une tendance naturelle, souvent inconsciente, à exclure tous ces aspects, à les déclarer tout simplement non existants. Le physicien, de même que Baudelaire dans le *Rêve Parisien*, a banni de son royaume « le végétal irrégulier ». Ainsi s'expliquent les raisons psychologiques profondes

de l'image du monde que se faisaient les physiciens d'autrefois. Identifiant sans plus la détermination avec l'être, inconscients ou insouciants des véritables abîmes philosophiques que ce problème recèle, les savants de l'époque classique ont opté pour l'être parménidien. Cet être les a finalement déçus comme tant d'autres avant eux. La physique contemporaine semble être en quelque façon à l'opposé de la physique classique. Le physicien d'aujourd'hui ne se considère plus comme un observateur altier et impartial contemplant un spectacle plein d'ordre et de clarté. La théorie de la relativité montre à quel point nous sommes des observateurs engagés, incapables de former une image parfaitement objective de la réalité.

Le progrès de la connaissance entraîne comme une conséquence nécessaire la « relativisation » des objets connus, c'est-à-dire la constatation que les choses ou leurs aspects sont liés les uns aux autres de diverses façons, qu'ils sont interdépendants. Ce qui apparaissait indépendant, on dirait souverain, par exemple la position de la terre, les quatre saisons, se révèle à la lumière d'une connaissance plus adéquate, comme un résultat du jeu de plusieurs facteurs interdépendants.

Que, dans l'avenir, la théorie de la relativité soit ou non retenue dans ses lignes essentielles, la relativisation des affirmations scientifiques va progresser. Les savants vont découvrir de plus en plus de relations entre les phénomènes étudiés. En conséquence ils seront plus en mesure de déduire un phénomène d'un autre, donc de les expliquer. Ainsi comprise, la relativisation du savoir n'est pas exactement conforme aux idées d'Einstein. Elle est plus fondamentale que les affirmations de la théorie de la relativité. D'autre part, notre constatation reste neutre envers le problème de l'existence ou de la non existence d'un point de repère fixe dans l'univers.

La relativisation ainsi entendue est un fait inévitable, car elle est un aspect essentiel de notre mode rationnel de connaître. Incapables de saisir intuitivement l'essence des choses, nous comprenons dans la mesure où nous réussissons à relier une chose à une autre, à replacer un événement singulier dans son contexte naturel, plus large et plus fondamental que l'événement lui-même. Penser, c'est ordonner. Or, ordonner consiste à trouver l'unité dans la multiplicité. La relativisation dont nous parlons est un moyen et une étape sur le chemin menant vers ce but.

VII° LA SCIENCE ET L'ARISTOTÉLISME :

L'étude de la valeur noétique de la science doit tenir compte de ses résultats. Il est évident pour tous que la science a remporté un succès éclatant dans son domaine. L'efficacité théorique et pratique de la science montre que ses méhodes et son attitude noétique sont bien adaptées à ce mode de savoir et à son objet matériel.

Replaçons la science dans le contexte général du savoir humain. Faut-il la concevoir comme un domaine spécial, séparé, un produit à part de l'intelligence, ou bien est-il permis de dire que la science est l'expression naturelle de la raison, une de ses créations nécessaires ?

Les belles études de Jean Piaget et de son école sur le développement de la pensée chez l'enfant montrent que les catégories de comparaisons quantitatives sur lesquelles se base la science, se forment déjà dans la pensée des enfants. À la lumière de ces données, le passage de la connaissance pré-scientifique à la connaissance scientifique, apparaît comme une continuation, sans doute unilatérale, du développement et de l'organisation de la connaissance. L'évolution de la pensée conduisant à la formation de la science commence au sein même de la connaissance égocentrique et surtout qualitative du petit enfant. La science est à l'autre extrême de la ligne de l'évolution. Peut-on dire qu'elle en est la forme finale ? Espérons que non.

La science moderne est ouvertement non-aristotélicienne. Pour ceux qui acceptent le système d'Aristote et son développement historique, le thomisme, comme l'expression la plus équilibrée et, philosophiquement, la plus complète de la compréhension de l'être, la nature et l'attitude de la science doivent poser plusieurs problèmes aigus. Essayons de préciser quelques-uns d'entre eux.

Il est naturel de se demander premièrement pourquoi les savants ont rejeté le cadre aristotélicien pour ériger leur science ? Laissons de côté les raisons historiques et psychologiques qui ont inspiré leur défiance envers la scolastique décadente. Ce qui nous intéresse, c'est la question fondamentale. Est-ce que le système aristotélico-thomiste comme tel est irréconciliable avec la science expérimentale ? En d'autres mots, est-ce que la science peut trouver dans le réalisme modéré une philosophie adéquate pour expliquer le mode de la connaissance expérimentale et rendre ainsi compte de ses découvertes ?

Avant de commencer la discussion de la première question, posons la deuxième. Les catégories aristotéliciennes ont-elles été vraiment rejetées ? À en juger d'après les opinions des savants, c'est certain. Mais considérée du point de vue philosophique, la réponse est loin d'être simple.

La science ne se sert pas du vocabulaire aristotélicien puisqu'elle a élaboré son langage propre. Son attitude noétique diffère de celle du Stagirite en ce que la science ne se situe pas au plan du manifeste, son désir d'une connaissance la plus précise possible en faisant une recherche constante de l'inconnu, du non-évident. Les synthèses et les généralisations scientifiques se basent sur des données inaccessibles à la connaissance ordinaire. Elles ont donc besoin d'autres catégories que celles dont se sert la philosophie de la nature. Les notions d'acte et de puissance, celles des quatre causes, etc. . . ., sont simplement peu utiles ou même tout à fait inadaptables aux besoins du savant, que ce soit dans la recherche expérimentale ou dans la partie théorique de son

travail. Il s'ensuit que, pour toute fin utile, les sciences physiques ne sont pas aristotéliciennes.

Il serait faux de croire que la conclusion que nous venons de formuler résout le problème. La science est réaliste. Le principe du réalisme la rapproche du point de vue de la philosophie traditionnelle. D'autre part, la science aborde des problèmes dont traite la philosophie, par exemple ceux du changement, de la nature, de la matière, de la causalité, pour ne mentionner que quelques-uns d'entre eux. C'est un truisme de dire que la philosophie étudie la réalité dans son entier, tandis que l'objet formel de la science est plus particulier. Ce qui est intéressant, c'est de savoir à quel point l'étude particulière est indépendante de la vision générale du monde.

La nature de l'objet formel commande les méthodes et, en fin de compte, les catégories d'explication ainsi que le mode de compréhension. La philosophie de la nature d'Aristote est à la fois trop riche et trop pauvre pour satisfaire le savant. Ce qu'elle a à dire sur les aspects non quantitatifs est hors du domaine de l'étude quantitative qu'est la science physique, tandis que l'analyse de la réalité du point de vue qui intéresse le savant n'y trouve pas assez de pensées développées. Est-il donc correct de conclure que la science est souveraine et indépendante de la philosophie quelle qu'elle soit ? Dans l'affirmative toute notre discussion de la relation entre l'aristotélisme et la science moderne est simplement inutile.

Certes, le savant étudiant un problème particulier — et quatre-vingt-dix pour cent des problèmes étudiés appartiennent à cette catégorie — peut être suprêmement ignorant de problèmes et de thèses philosophiques. Dans un vaste domaine de recherche, la science est pratiquement auto-suffisante. Ce n'est que dans le cas exceptionel des synthèses les plus vastes, comme la théorie de la relativité, ou des analyses les plus avancées, à savoir en microphysique, que les savants se butent malgré eux, à des problèmes épistémologiques proprement dits. Même alors ils essayent de résoudre ces problèmes à leur façon.

Les philosophes discutant l'utilité de leur savoir pour la science doivent accepter d'abord deux points. Premièrement, l'autorité et l'autonomie de la science dans son domaine propre. Deuxièmement, comme conclusion du premier point, l'originalité et la valeur de la vision scientifique du monde.

VIII° LE PROBLÈME DE L'EFFICACITÉ DE LA SCIENCE :

Le succès de la science dans son domaine est tellement évident et convaincant qu'il pourrait paraître superflu de se demander quelles en sont les raisons. Les familiers de la pensée d'Aristote répondront sans doute que le Stagirite a déjà résolu le problème. L'objet le plus proportionné, donc le plus naturel de notre intellect, ce sont les natures des êtres matériels. À la lumière de telle affirmation il est peu surpre-

nant que la science ait connu un essor prodigieux. Par la nature de son objet, la science est le mode de connaître le mieux adapté à nos capacités intellectuelles.

Si juste que puisse être l'opinion qui s'inspire là d'Aristote, elle ne résout pas toute la difficulté. Plus précisément, il s'agit d'expliquer pourquoi l'analyse quantitative de la matière est plus efficace que n'importe quelle autre manière d'étudier ce domaine. Deux réponses extrêmes sont d'abord à envisager. L'idéalisme rendra compte du succès de la mathématisation du savoir par une explication subjectiviste. Malgré la défiance légitime qu'un réaliste éprouve envers une telle solution, il serait imprudent d'exclure d'avance et en bloc, tous les aspects des solutions idéalistes. Il se peut que la forme de relations quantitatives corresponde le mieux à la structure de l'intellect et au mode de raisonner. Soulignons que cette constatation ne tranche point le problème de l'objectivité ou de la subjectivité de notre connaissance. Ce qui laisse croire à une certaine affinité de l'intellect pour le raisonnement mathématique, c'est sa capacité de poser et de résoudre des problèmes mathématiques dont la relation au monde réel n'est pas — pour parler prudemment — évidente. De plus, la théorie mathématique précède généralement son application dans les sciences de la nature ou dans la technologie. Les formes mathématiques semblent jouer le rôle de formes de la matière. On peut soupçonner que l'intellect saisit ces formes plus ou moins directement, une fois le stade de l'arithmétique dépassé.

À l'opposé de la solution idéaliste, il y a la réponse réaliste. Les mathématiques sont élaborées par le truchement de l'abstraction et à partir de données sensibles. Ce que les sens saisissent, c'est la quantité, discontinue dans le nombre entier, continue dans les formes géométriques. Si attrayante qu'elle soit, la position réaliste doit tenir compte des aspects mentionnés plus haut. D'autre part, on ne peut plus considérer les mathématiques simplement comme la science de la quantité, car les relations proprement quantitatives ne sont ni les seules, ni les plus fondamentales parmi les relations d'ordre étudiées par les mathématiciens contemporains.

Quelle que soit la réponse au sujet de la nature de la mathématique, le fait est qu'il existe une relation étroite entre les phénomènes et les formules mathématiques qui les expriment. Les opérations mathématiques cernent de près les phénomènes sans pourtant s'identifier avec eux. Ceux-ci, ou plus précisément les nombres-mesures, seraient-ils à la base de celles-là, que les relations elles-mêmes dans leur forme mathématique ne seraient pas d'autant de nature phénoménale. Ainsi le passage des données aux lois et à la construction mathématique, est un passage du niveau des phénomènes au niveau même de l'intelligible. Les deux niveaux, soulignons-le, ne sont pas radicalement séparés l'un de l'autre. C'est au sein du phénomène essentiellement quantitatif que l'intellect découvre des relations, des liaisons qu'il exprime mathé-

matiquement. L'intelligence cherche et trouve dans le multiple des données, une unité, imparfaite il est vrai, mais tout de même plus intelligible que la donnée réduite à elle-même.

Le progrès de la science agrandit constamment le nombre de données qui deviennent aussi de moins en moins immédiates et de plus en plus complexes. On peut parler d'une théorisation des données. La formalisation du domaine croissant des faits exige à son tour des structures mathématiques très élaborées. Le progrès de la science expérimentale est conditionné par un développement parallèle ou mieux, antérieur, des mathématiques. Cela est nécessaire pour que la raison saisisse et représente adéquatement la donnée dans sa structure complexe.

Il est intéressant de noter que plus se développe l'échafaudage et, en conséquence, l'appareil mathématique employé, plus il devient possible de synthétiser le savoir expérimental. La comparaison de la mécanique classique avec la théorie de la relativité généralisée montre comment le perfectionnement des moyens de l'analyse a permis l'élaboration d'une théorie beaucoup plus vaste, englobant des domaines jusqu'alors séparés.

La relation, voire la dépendance, qui existe entre la souplesse et la richesse des moyens d'analyser d'une part, et le pouvoir de synthèse de l'autre, jette une certaine lumière sur le problème des succès de la connaissance scientifique. Si on accepte le point de vue du réalisme noétique, on peut dire que le progrès de la science conduit à la connaissance de causes de plus en plus fondamentales, ne serait-ce que dans une espèce de causalité. Or, ces causes étant plus fondamentales doivent aussi être plus universelles, donc posséder un plus grand pouvoir explicatif des faits même très divers en apparence. Ainsi s'expliquerait la saisie de l'unité au sein de la multiplicité. Ce qui resterait à expliquer dans ce cas, serait la nature de l'intelligible découvert par ce processus.

IX° LE RÔLE DE L'INTELLECT DANS L'ÉLABORATION DE LA SCIENCE :

a) L'intellect en face des données. Les structures.

On souligne souvent que la connaissance scientifique n'est pas dans la ligne de la connaissance essentielle, dans le sens traditionnel du mot *essentiel.* Mais, d'autre part, la science est la connaissance d'un quelque chose qui est à la fois très réel et, les succès technologiques le prouvent, très important dans l'ordre de l'être matériel.

On peut essayer de répondre à cette difficulté en remarquant que la science est la connaissance précise du monde phénoménal, c'est-à-dire une science de la nature du phénomène en lui-même. Il faut dans ce cas expliquer quelle est la relation précise du phénomène à la substance sous-jacente. Les données sont toujours particulières.

Quant aux substances du monde inanimé, nous ne savons pas si elles forment une seule ou plusieurs espèces, ni même si on peut parler d'une multiplicité strictement numérique de ces substances. Derrière cette difficulté il en est une autre d'ordre épistémologique, à savoir : quel est, s'il existe, la critère qui nous permettrait de conclure avec certitude à la vérité des réponses que l'on donnerait à ces questions.

L'extériorité spatiale, objet de la perception sensible, semble avoir, elle aussi, son intériorité, son fondement. Ce fondement se dérobe à l'étude précise comme une autre extériorité, comme un autre objet-phénomène et ainsi de suite . . . Une telle position du problème provoque une objection qu'il faut envisager. Peut-on parler de la stratification de l'objet qui se dérobe successivement à l'expérimentateur ? Ne faudrait-il pas plutôt parler de différents niveaux de l'approximation de la connaissance phénoménale ? Comment répondre à cette question ? À la rigueur, on ne peut pas trancher la question d'une façon expérimentale, car on tournerait sans doute dans un cercle vicieux.

Envisageons de nouveau deux positions fondamentales extrêmes. L'une empirique, qui s'en remet au principe de la vérification expérimentale, et partant à l'arbitrage de la sensation. Il est difficile de voir comment on peut dans ce cas éviter la pétition de principe, car il s'agit d'évaluer un jugement qui porte précisément sur la relation entre le sensible et ce qui ne l'est pas.

L'autre solution, dans le sens idéaliste, consisterait à invoquer une puissance de l'intellect à connaître en lui-même et par lui-même, c'est-à-dire une capacité de juger sans le truchement des sens, la vérité ou la fausseté des conclusions. Le critère de la vérité serait alors l'évidence intellectuelle. Nous savons par ailleurs qu'une telle solution n'est pas satisfaisante. On peut se demander si une solution intermédiaire pourrait nous rendre de meilleurs services que les solutions extrêmes.

Pour l'intelligence de la nature de la connaissance scientifique expérimentale, il est essentiel de comprendre, que, dans cette connaissance, l'espèce impresse n'est pas l'image de l'objet en lui-même, comme dans la connaissance ordinaire. Elle est plutôt l'image de la chose comme connue à travers le processus de mesure, ou même, dans certains cas d'objets infimes, elle est surtout l'image de ce processus. En d'autres mots, le schéma habituel : *1. Objet — 2. Ce par quoi il est connu (concept) — 3. Sujet*, devrait être élaboré de la façon suivante : *1. Objet — 2. Ce par quoi l'objet est connu (le processus de la mesure) — 3. Ce par quoi l'Objet à travers la mesure est connu (l'image sensible du processus ; concept) — 4. Sujet.* Peut-on en conclure que la connaissance scientifique est moins directe que d'autres modes de connaissance ? Cela ne semble pas être la différence cruciale. Il faudrait plutôt parler d'une différence de degré. Toute connaissance naturelle d'un objet extramental implique des intermédiaires physi-

ques, ne serait-ce que ceux des différentes vibrations qui stimulent nos sens et des milieux nécessaires pour leur propagation. La science expérimentale se distingue des autres modes de savoir surtout par ceci, qu'elle est pleinement consciente des intermédiaires et qu'elle les applique et les manipule volontairement, selon des règles précises.

L'emploi de la mesure a, d'une façon générale, deux sortes d'effets dans l'ordre de la connaissance. D'une part, il a ce résultat bien connu de conférer l'impartialité, l'objectivité aux données. D'autre part, il a ce résultat plus intéressant pour nous ici, qu'il établit de la distance entre l'intellect et l'objet. Entre eux deux s'intercale le nombre-mesure et, par conséquent, l'abstraite formule mathématique. Dès que l'objet est remplacé dans la connaissance du savant par son schéma quantitatif, l'intellect transcende la donnée comme telle, et se libère partiellement d'elle. Dans ce processus l'intellect transforme la donnée brute dans l'objet intelligé.

La mathématisation de la donnée a des conséquences multiples et décisives pour le profil épistémologique de la science, et pour son rapport avec les données scientifiques.

Le premier effet de la quantification des données est que la physique s'épure de la plupart des catégories qualitatives et des éléments anthropomorphiques.

L'intellect semble s'être détaché des liens de la connaissance sensible, ou bien encore il semble avoir assumé envers les données des sens une attitude plus active, plus informatrice pourrait-on dire. Ces données ont d'ailleurs complètement changé de caractère. En microphysique, par exemple, l'intellect doit apprendre à se contenter à peine de quelques informations indirectes, partielles et obscures. Sur ces piètres fondements, il est obligé d'ériger une théorie qui servira d'explication, donc de bâtir un formidable échafaudage mathématique. Il lui faudra pour cela liberté et hardiesse, capacité d'inventer ou de deviner les entités hypothétiques. Celles-ci seront très souvent confirmées dans la suite par des appareils d'observation dont on dit avec justesse qu'ils sont des théories matérialisées. La plupart des particules sous-atomiques ont été postulées pour satisfaire aux exigences des structures mathématiques avant d'être confirmées expérimentalement. Le physicien doit péniblement reconstruire la situation en se servant davantage des hypothèses que des faits concrets, aller en quelque sorte à la rencontre des faits, n'ayant à son service que la capacité opératoire de son intellect. Ce qui est vraiment étonnant, c'est que le savant réussit dans cette tâche. Non seulement il reconstruit la situation, ou construit un modèle abstrait à la plus grande joie des idéalistes, mais de plus, en construisant, il produit. La théorie prend chair dans des résultats concrets. Chose étonnante, les résultats, tels que la bombe atomique ou les centrales thermo-nucléaires, sont beaucoup plus concrets que les éléments des théories simplifiant forcément la réalité.

On pourrait décrire la situation en physique atomique en paraphrasant l'expression célèbre de saint Anselme : *intellectus quaerens obiectum*. Ce qui n'est pas évident, c'est la nature exacte de cet objet. De toute façon, il ne ressemble pas beaucoup à l'objet aristotélicien. À côté de l'objet, au sens d'une entité existant en elle-même, apparaît une notion qui prend de plus en plus d'importance : celle de structure. Ce concept, dont la signification se cristallise progressivement, a reçu différentes définitions. Jean Ullmo en donne une convenable dans son livre *La pensée scientifique moderne* (p. 88). « La structure », selon lui, « est un ensemble de rapports considérés comme caractéristiques entre éléments dont l'identité et même la nature est jusqu'à un certain point indifférente, et qui peuvent, par suite, être changés, remplacés par d'autres éléments analogues ou différents, sans que la structure soit altérée. »

La structure est ainsi un élément plus stable que les entités éphémères et obscures du monde de l'infime. Elle joue par rapport à ces entités, qui ne sont pas sans analogie avec la matière première d'Aristote, le rôle de forme, au sens large du mot. Nous verrons d'ailleurs que cette comparaison pose des difficultés.

Notons que les rapports qui déterminent la structure ne sont pas toujours les rapports tangibles des relations spatiales, ou plutôt qu'ils ne sont pas essentiellement ce genre de rapports. Les structures les plus importantes parce que les plus fondamentales et les plus fructueuses, comme l'idée de l'onde, du corpuscule de la physique quantique ou le cadre de la théorie de la relativité générale, sont rigoureusement non sensibles. On les appelle, pour les distinguer des images familières, des structures pures.

Il est légitime de croire que la structure représente l'élément intelligible dans l'ensemble composé par l'objet-théorie. La structure est en quelque sorte le véhicule des notes intelligibles. Ce qui n'est pas clair ici, c'est la provenance de cette intelligibilité.

Incapables de perfectionner notre connaissance sensible, enfermés dans ses limites, nous sommes condamnés en présence du monde non phénoménal, à une connaissance indirecte, non empirique dans le sens originel du mot. Dans la science classique, on distinguait nettement entre les faits, les lois, et les théories. Dans la physique moderne, surtout dans la physique quantique, cette classification, toujours utile, perd beaucoup de sa netteté. Il est vraiment difficile de dire jusqu'à quel point un neutrino, par exemple, est un fait ou une théorie matérialisée.

La disparition de la distinction précise entre les faits ou données et les théories est un symptôme du changement survenu dans la structure de la connaissance scientifique. Il serait peut-être juste de caractériser le changement comme une intellectualisation de ce savoir. Au delà du sensible, le rôle de l'intellect dans l'investigation du monde matériel semble être plus important et plus actif que dans la connais-

sance du monde directement sensible. Tout se passe comme si l'intellect devait suppléer à l'inefficience des sens.

b) La nature de l'intelligibilité des structures.

Dès lors, nous devons bien nous demander par quel moyen la raison introduit dans les structures l'intelligibilité transcendante des données brutes, et d'où cette intelligibilité tire-t-elle son origine. La situation est confuse, surtout au niveau de la microphysique. À cause de l'indéterminisme et de l'impossibilité de distinguer clairement entre la donnée et la théorie d'une part et le moyen de l'observation de l'autre, il est difficile et dangereux pour la vérité, de donner une solution tranchante. Si on suppose que la structure est découverte par l'intellect, qu'elle existe donc en dehors de lui, on opte pour un réalisme épistémologique. On s'expose dans ce cas à des objections très sérieuses à savoir qu'on accepte l'objectivité des structures sans être capable de les prouver. Donc le réalisme n'est qu'un principe *a priori*. De plus, on ignore quel mode d'être auraient ces structures. Elles transcendent les déterminations individuelles des êtres matériels. On ne peut donc pas les identifier tout simplement à des causes formelles intrinsèques au sens aristotélicien de ce mot. Il serait peut-être préférable d'introduire la notion d'*universale in essendo*.

Les défenseurs de la solution idéaliste échappent évidemment à ces difficultés, mais ils s'exposent à toutes les objections bien connues qu'on adresse à l'idéalisme. Ces deux solutions épuisent-elles toutes les possibilités ? Je pense que non. La réponse la plus adéquate se trouve peut-être quelque part entre les deux solutions classiques. Il se peut qu'en se servant des notions de la théorie de la connaissance d'Aristote, en élaborant la notion de l'intellect agent de façon à lui reconnaître une plus grande liberté et une capacité formatrice, on arrivera à expliquer d'une façon satisfaisante l'étrange nature de la physique contemporaine. La tâche ne sera sans doute pas facile. Il est déjà certain que l'intellect est beaucoup plus fécond et que son dynamisme est plus puissant qu'on ne le croyait autrefois. En outre il faut tenir compte de ce que Gonseth a appelé « le mystère de l'efficience de la raison ». La connaissance scientifique se rapproche de l'idéal de Comte : « savoir, pour prévoir, afin de pouvoir ».

Les capacités et le mécanisme de la raison se mettent en lumière dans les mathématiques supérieures ainsi que dans la logique symbolique. L'intellect y est en quelque façon réduit à lui-même. L'équivalence de beaucoup de formules mathématiques avec les lois logiques montre que le mathématicien analysant un problème, pensant donc sur un objet qui est un être mathématique, et exprimant la solution par des symboles appropriés, découvre et exprime en même temps les formes et les lois de la pensée dont il vient de se servir. Dans une telle situation, l'intelligibilité des formules, donc des structures, semble

résulter, au moins partiellement, de la saisie des formes du processus de raisonnement. L'efficacité et la valeur concrète des structures dans les problèmes pratiques nous convainc qu'elles ne sont pas de purs produits subjectifs élaborés *intra limites intellectus*. Les structures doivent exprimer des relations objectives, autrement elles ne pourraient pas être appliquées avec succès à l'étude du monde matériel.

Comment expliquer que l'expression symbolique d'une règle de pensée soit un moyen essentiel dans l'étude du monde matériel? Que formalise-t-on au juste en exprimant les lois physiques par des relations algébriques : la réalité extramentale, les processus intramentaux ou les deux à la fois? Peut-être la dernière alternative est-elle la plus adéquate. Il s'ensuivrait qu'en formalisant la connaissance sensible au moyen des mathématiques on exprimerait le déterminé, le formel, bien que partiel, présent dans la matière ou pouvant l'informer. Du même coup, on se conformerait explicitement aux normes de la pensée. Ces normes seraient essentiellement les mêmes que les formes du monde objectif, les *universalia in essendo*, elles seraient donc à la fois objectives et subjectives. L'ancienne et grande formule d'Aristote : *intellectus est quodammodo omnia* acquerrait une signification et une confirmation nouvelles.

Dans cette perspective, on échappe au dilemme cartésien d'une connaissance *intra limites intellectus* ainsi qu'à l'identification hégélienne de l'objet avec l'intellect. D'autre part, on peut mieux comprendre ce qui se passe en mathématiques supérieures et en logique symbolique.

Il serait fort peu intelligent de croire qu'une telle position du problème résout toutes les difficultés. On pourrait, par exemple, déduire de ce que nous venons de dire que le progrès de la science doit offrir à notre contemplation l'image de plus en plus déterminée du monde, fruit d'une connaissance strictement déterministe. Or, il n'en est rien. La science moderne, relativiste et indéterministe nous présente le tableau d'un monde de moins en moins ressemblant au cosmos bien organisé des Aristotes et des Descartes.

C'est précisément cette vision du monde qui est maintenant niée. « Pour la science moderne », dit encore Jean Ullmo, « le monde intelligible des scolastiques est illusoire, il n'y a pas de système ordonné d'essences qui serait le domaine élu de la raison qui l'explorerait au moyen de la logique. Le règle de l'évidence de Descartes est impossible, il n'y a pas de vérités premières évidentes par elles-mêmes, la raison n'est pas la faculté d'apercevoir ces évidences, d'être illuminée par elles ».[1] En d'autres termes, la science rejette l'idée d'un monde objectif se présentant à notre contemplation, comme un tableau peint avec précision et soin du détail. Notre hypothèse sur la nature de

1. *Op. cit.*, p.207.

l'explication scientifique se trouve ainsi rejetée en bloc. Mais l'est-elle vraiment ?

La science est relativiste parce qu'on s'est rendu compte que les observations et les mesures ne sont pas faites par rapport à un système d'axes. En conséquence, il fallait élaborer les structures mathématiques qu'on croyait jusqu'alors satisfaisantes, mais qui se sont révélées trop simplistes pour exprimer adéquatement une situation plus complexe. Malgré leur insuffisance pour la nouvelle physique, les structures de la physique classique gardent toute leur valeur formelle d'équations mathématiques ainsi que leur valeur pratique pour des problèmes à notre échelle de grandeur.

L'indéterminisme et l'approche statistique qui, à côté de la relativité, caractérisent la physique moderne, s'expliquent, eux aussi, sans contredire notre hypothèse. Le problème de l'indéterminisme s'est posé dès que le physicien a dépassé, dans l'analyse de la matière, les limites du perceptible. Au niveau de l'atome, la mesure n'est plus un moyen d'objectivation de la connaissance de la même façon que dans l'étude des grandeurs perceptibles. On ne peut pas, dans cette situation, établir des relations déterministes entre les structures mathématiques et les entités qu'on veut représenter par ces structures. Pourquoi en est-il ainsi ? En plus de raisons invoquées par des physiciens, on peut hasarder une explication philosophique.

Aristote a déjà remarqué que les formes substantielles ont besoin, pour exercer leur causalité, d'un certain minimum de matière. Il est fort possible, que les particules infra-atomiques en elles-mêmes, soient trop petites pour être informées par des formes capables de leur donner un degré de détermination nécessaire en vue d'une connaissance déterministe. En d'autres mots, ces particules seraient beaucoup moins déterminées que les objets perceptibles. En cette occurrence, la raison, incapable de trouver suffisamment d'élément formel dans l'objet, recourt plus que dans les autres cas, à l'usage des structures. L'intellect supplée à l'imperfection de l'objet par la forme et les règles de sa pensée. Ainsi s'expliqueraient la transcendance et l'indépendance partielle des structures par rapport aux entités qu'elles représentent, d'une part, et, d'autre part, l'indéterminisme, la négation de l'existence des objets concrets, indépendants du processus de mesure. Il n'est pas étonnant que la physique contemporaine, étudiant la matière à travers sa structure atomique, étende l'attitude indéterministe et statistique au-delà de la microphysique.

L'intellect doit non seulement devenir plus actif, plus créateur là où l'objet ne peut l'informer suffisamment, mais, de plus, il acquiert par ce fait même le pouvoir de déterminer, d'informer, donc de transformer la matière. Que ce pouvoir soit réel, l'efficacité pratique de la science le prouve.

L'action informatrice et transformatrice exercée par l'intellect n'est pas à coup sûr, arbitraire. L'homme n'est pas maître sans Dieu,

ni même maître après Dieu, quoiqu'il veuille l'être. Son pouvoir déterminateur est conditionné parce qu'il résulte de l'application des formes universelles objectives qui, selon notre hypothèse, sont en même temps des lois de la pensée. La raison peut intelliger les êtres matériels et agir sur eux dans la mesure où elle saisit les lois. Ce sont les lois qui déterminent le champ et la forme de l'action.

Les lois, dans leur expression mathématique, sont synthétisées par les théories. Or la capacité d'explication d'une théorie et son aptitude à synthétiser les lois et les données parfois très diverses, est inversement proportionnelle à la matérialité de ses principes, c'est-à-dire qu'elle est directement proportionnelle au degré d'abstraction, donc d'universalité de ces principes.

La discussion du rôle de l'intellect dans la science serait incomplète sans la mention de la relation entre la science pure et la science pratique. Ce pouvoir que la science pure a acquis sur la matière est le signe du rapprochement qui s'est opéré entre ces deux modes de savoir, jadis très distincts. Il est intéressant de noter qu'on travaille sur ce rapprochement des deux côtés. Non seulement la science pure devient de plus en plus efficace, mais aussi la science pratique se fait toujours plus théorique.

Il se peut que par rapport à la connaissance adéquate de l'objet, l'importance relative du savoir-faire, donc de la connaissance dans la ligne de la science expérimentale et technologique, soit inversement proportionnelle à la perfection métaphysique de l'objet. On comprend alors pourquoi les méthodes des sciences physiques sont les plus adéquates dans le cas de l'étude des aspects de base du monde inanimé. Elles nous conduisent à une compréhension approfondie des événements à ce niveau d'être. Dans la mesure où l'on s'élève à des modes d'être plus parfaits, les mêmes méthodes deviennent de moins en moins adéquates et applicables au-delà du monde matériel. Nous rejoignons ainsi le fait bien connu de la quasi-impossibilité de progrès dans la ligne de la connaissance métaphysique et des grandes possibilités de perfectionnement dans le domaine des sciences expérimentales.

X° LES CONCLUSIONS :

Nous avons vu que le progrès de la science pose de difficiles problèmes au philosophe, surtout au philosophe soucieux de sauvegarder la trame d'un système hautement développé et précis comme le thomisme. Rappelons ici que la théorie aristotélicienne de la connaissance présuppose la théorie hylémorphique. L'univers du Stagirite est un tout bien ordonné. L'indétermination de la matière est contrebalancée par la détermination des formes spécifiques, immuables et éternelles, formant une hiérarchie fixe des perfections. Ces formes sont la source de l'intelligibilité et l'objet adéquat de l'intellect. Leur stabilité justifie et explique la valeur extra-temporelle des jugements vrais.

Ce n'est pas pour rien qu'Aristote était un disciple, quoique infidèle, de Platon. Le monde des Idées fut plongé dans la matière, mais les formes ont conservé plusieurs de leurs caractéristiques fondamentales. Elles restaient l'objet de la science toujours conçue comme un ensemble de vérités éternelles.

Or, la science rejette précisément cette vision du monde. Il est donc peu surprenant qu'elle n'accepte pas la théorie aristotélicienne de la connaissance. L'idée qu'Aristote se faisait de la réalité résultait de l'acceptation de la véracité de la connaissance sensible. L'image que les sens nous présentent était considérée comme une représentation adéquate, dans ses grandes lignes, d'un monde matériel univoque. Aujourd'hui, et les sciences physiques et la psychologie expérimentale nous prouvent que la situation est beaucoup plus complexe qu'on ne le croyait jadis.

Dans cette situation quel est pour la connaissance scientifique le rôle du monde extérieur tel que les sens nous le révèlent ? Contrairement à ses prédécesseurs, le physicien ou le mathématicien moderne n'a pas besoin de l'intuition ordinaire de l'espace ni de l'imagination sensible. Cette dernière s'est souvent montrée nuisible au progrès de la science.

Il est évident que le savant connaît le monde matériel mieux que quiconque. Il n'est pas peu surprenant que, quand il en vient à l'explication de ce monde, la réalité physique sensible semble en quelque sorte s'évaporer devant son regard inquisiteur et jouer un si petit rôle dans les théories. Devons-nous en conclure que les choses matérielles décomposées en atomes perdent leur stabilité et leurs déterminations, évidentes au niveau du sensible ? Ou bien faut-il dire que c'est notre perception sensible qui est structurée de façon à nous donner l'apparence de la stabilité ? Peut-être faut-il envisager ici une troisième possibilité qui serait la suivante.

Le monde révèle à nos sens quelques-uns de ses aspects, selon le mode propre à cette connaissance structurée et sélective. Les sens joueraient le rôle d'un filtre qui choisit et ordonne les stimuli conformément à une loi fondamentale de la nature exerçant la détermination analogique tant du côté de l'objet que dans l'intellect en relation à cet objet. La physique et la psychologie nous montrent d'ailleurs combien cette connaissance est limitée et imprécise, objectivement parlant, car subjectivement cette connaissance est, sinon précise, au moins satisfaisante. Dès que nous abandonnons le terrain familier de la réalité simple, nous nous trouvons en présence d'autres aspects du monde matériel, non soumis à l'opération ordonnatrice de nos sens. Cela expliquerait peut-être leurs aspects étranges, aussi bien que la nécessité pour l'intellect d'assumer un rôle plus actif et plus libre envers ces données.

La liberté de l'intellect, que nous avons mentionnée tant de fois, n'est pas une révolte contre les entraves des sens. Elle apparaît

comme un moyen de former des structures, c'est-à-dire de saisir le permanent, l'immuable au sein de l'indéterminé. L'efficience de la science montre que l'exigence de l'immuable ne peut pas être l'expression d'un besoin purement subjectif. S'il en est ainsi, la science redécouvre par d'autres moyens et dans une situation fort différentes, certains éléments communs à la théorie de la connaissance de Platon et d'Aristote.

Jerzy A. WOJCIECHOWSKI.